

審査の結果の要旨

氏名 佐川 渉

沸騰水型原子炉一次系のステンレス鋼溶接熱影響部に発生する応力腐食割れ（SCC）対策として残留応力改善は非常に有効で、配管については高周波加熱処理による克服がなされてきた。一方、原子炉内部構造物溶接部は構造が複雑であることから新たな技術開発が必要である。本研究は、ショットピーニングとウォータージェットピーニングという予防保全技術を開発し、実機に適用するとともに、残留応力改善技術の実機適用に際しての考え方を体系的に示したものである。

第1章は緒論で、本研究の背景、SCCの原因と対策に関する一般的な既往知見をまとめている。その上で、本研究の目的が原子炉内部構造物の残留応力改善によるSCCの予防保全のためのピーニングの実機適用技術開発であることを明確にしている。

第2章は沸騰水型原子炉機器配管溶接部の残留応力とその提言技術に関する従来の研究のまとめである。配管溶接部に関しては高周波加熱が有効であり施工条件が確立していること、圧力容器貫通配管については耐SCC性材料の薄肉スリーブを用いる工法が有効であることが実験と解析で示されていること、しかし原子炉内部構造物であるシュラウドについては新たな技術が必要であることを述べている。

第3章ではコーン型シュラウドサポートのSCC損傷事例を示し、その部位の発生応力の評価結果を述べている。従来見過ごされてきた耐圧試験の実施が残留応力を大きく変えることを明らかとし、それが実際に生じることを模擬実験により検証している。同時に、レグ型のシュラウドサポートでは耐圧試験を行ってもSCCを生じさせるような残留応力とはならないことも示している。

第4章はショットピーニングによるSCC予防保全技術の開発について述べている。選定した施工パラメータのもとに残留応力改善効果確認試験を実施し所期の改善効果が得られることを確認するとともに、硬さ及びマイクロ組織観察・腐食試験により材料に悪影響を与えないことを確認し、さらに施工後の耐SCC性改善効果確認試験も実施している。最終的にはモックアップ試験による実機形状での効果確認を行い、改善された残留応力の持続性の確認も実施し、実機においてSCCによるひび割れ発生の可能性は極めて低いと結論づけている。

第5章はウォータージェットピーニングによるSCC予防保全技術の開発について述べている。ウォータージェットピーニングによるSCC発生防止効果をCBB試験で明らかとし、材料へ悪影響を与えないことや効果の持続性を確認した後、施工条件を選定して、シュラウド、ジェットポンプ、炉底部溶接部に適用している。適用に際してはノズルの遠隔移動装置などの技術開発も行っている。

第6章は残留応力改善技術の沸騰水型原子炉内部構造物の予防保全への適用にあたっての知見の整理である。予防保全対象部位はいろいろあるが、運転開始後のプラントへの適用実績、新プラント建設時の適用実績をまとめ、体系化して適用にあたっての方針をまとめ、規格類の現状と今後の課題としての拡充、そのための課題などを述べている。

第7章は結論で、以上で得られた成果をまとめている。

以上のように、本論文は残留応力改善による沸騰水型原子炉内部構造物のSCC予防保全技術の開発について述べたもので、工学の進展に寄与するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。